

Improvement of an Injector System of the ETL Electron Linac

Tomohisa MIKADO, Tetsuo YAMAZAKI, Ryoichi SUZUKI,
Suguru SUGIYAMA, Hideaki OHGAKI, Mitsukuni CHIWAKI,
Kawakatsu YAMADA, Tsutomu NOGUCHI, and Takio TOMIMASU
Quantum Radiation Division, Electrotechnical Laboratory

ABSTRACT

In order to obtain low-emittance electron beam with the 500-MeV electron linac, a new injector system has been constructed at the Electrotechnical Laboratory. This system consists of an electron gun based upon Eimac's Y-646B cathode-grid assembly, a beam-slit system having three apertures of different diameters, two prebunchers, and five Helmholtz coils. A preliminary operation of the electron gun showed that a beam diameter was ~ 2 mm in full width at half-maximum and that a beam emittance was $\sim 14.3\pi$ mm·mrad with a beam slit of 6-mm diameter.

電総研リニアック入射器の改造

1. はじめに

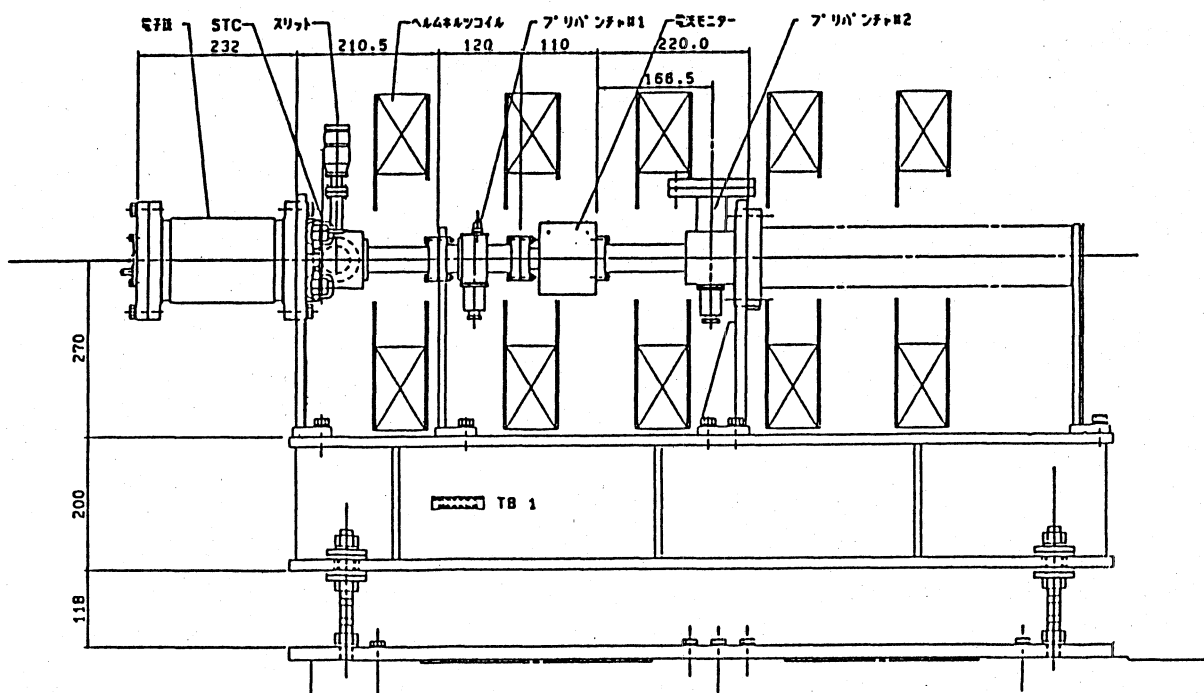
電子技術総合研究所の500MeV電子リニアック(TELL)は、電総研の筑波移転完了後の昭和55年12月下旬に稼働を開始し、その後一貫して種々の放射線標準や計測のための各種放射線場の供給、数台の電子蓄積リングへの電子入射、あるいは低速陽電子ビームの発生等に使用されてきた。TELLの入射器としては、三菱電機(株)独自の設計による電子銃(MG-THU型; 含浸カソード使用)を主体として、電磁レンズ、単空洞プリバンチャー(筑波移転以前から使用していたもの)、コア・モニター等から成るものを使用していた。この場合は“低エミッタンス”ということを特に強く意識してはいなかったこともあり、バンチャー部出口でのビーム量が0.5Aで径が8mm(ビーム量90%)という程度にしか素性を把握しておらず、しかもビーム量は大きいものの、なんらかの事情で、ビームが不安定になることがしばしばあるという状態であった。

近年になって、高強度の低速陽電子を発生させるために大電流ビームを安定に加速したり、蓄積リングへの電子入射効率を向上させたり、あるいは指定するバンチのみへ入射できるようにしたいという要望が強まってきた。そこでTELLによる良質な電子ビームの加速を図るために入射器を改造することとなり、最近試作を行った。これはEIMAC社製Y-646B型カソード・グリッド・アセンブリを基本とする電子銃を主体とするもので、プリバンチャー2個、集束用ヘルムホルツ・コイル5個等から成っている。この入射器では、電子銃からは最高250pps、4 μ sec幅で1A以上のビームを発生し、既設バンチャー部入口において、ピーク電流0.2A程度のとき、ビーム径 ~ 3 mm、エミッタンス 30π mm·mrad程度であることを一応の目標としている。ここでは電子銃の性能、試験運転の結果等について報告する。

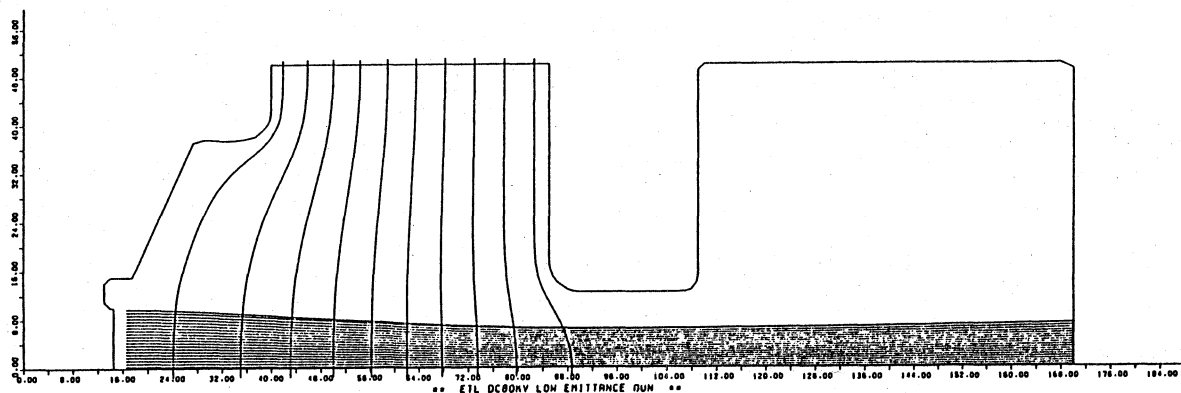
2. 試作した入射器の基本的性能

今回試作した入射器の外観は第1図に示すようなもので(最終的には電子銃をやや大き目のものに変更したため、全体がやや長くなった)、電子銃直後に小さなステアリング・コイルを設置し、これによって電子ビーム方向の制御が可能である。TELLの加速用RFと同一周波数のRFで駆動するプリバンチャー2

個を設置し、その間に電子ビーム観測のためにフェライト・コアから成る電流変成器を入れてある。電子ビームを十分に集束するために、将来試作する予定のバンチャー加速管まで含めてヘルムホルツ・コイルの造る磁場の内部に収容するようにしている。ステアリング・コイルの下流にあるスリットは、ビーム径を十分に細くする必要のあるときに使用するもので、マイクロメーターのダイヤルを廻すことによって直径が2, 3, 及び6 mmという3種類のものの中から選択することが可能である。



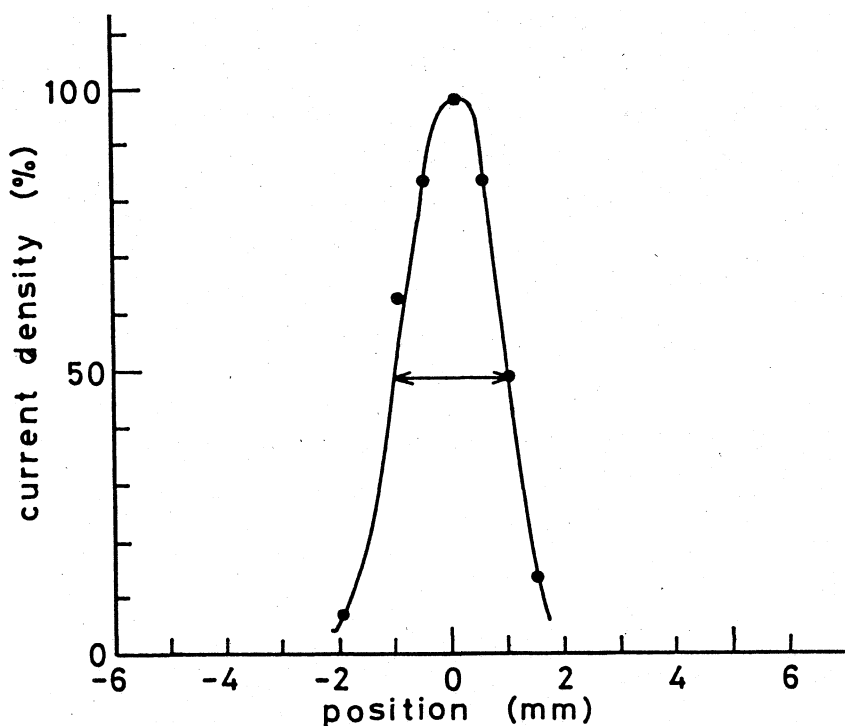
第1図 試作した入射器の組み立て図



第2図 計算機シミュレーションによるビーム・トラジェクトリ

この電子銃には、発生するビーム電流の安定化を目的として直流のカソード電圧（最高80 kV）を印加することとしており、ヒーター電力 ~ 8 Wで飽和領域に入ることを確認している。第2図は試作した電子銃（カソード半径： ~ 4 mm； 0.5 cm²）について、アノード電圧：54 kV；アノード電流：0.4 Aという条件で等電位面及びビーム軌道を計算機シミュレートした結果で、全電流は直径6 mm程度に収まっている。これに対し、電気的には同様の条件で電子銃を稼働させ、アノードから72 mm離れた位置に0.5

mm径のスリット孔を有する邪魔板を置き、これを移動させることによってビーム・サイズを実測したところ、第3図に示すように電流密度半値で直径 ~ 2 mmという結果を得ている。



第3図 ビーム・サイズの実測例

ビーム・エミッタンスの計算値は、アノード電圧が27 kVのとき 11.7π , 54 kVのとき 12.8π mm \cdot mradであるのに対し、6 mm径のスリットを挿入して第3図を得たときと同様の手法で測定したエミッタンスは、それぞれ 14.3π , 17.8π mm \cdot mradであった。当然、2 mm径のスリットを挿入したときには幾分小さな数値が得られている。

3. おわりに

電総研リニアック (TELL) に使用する入射器の改造を実施しており、全体の特性を把握するための第一段階として、電子銃について試験運転を行った。現時点では我々の要求が十分に満たされるかどうか断定はできないが、今後プリバンチャーにRF電力を供給するとともに、ヘルムホルツ・コイル電流を調整して最適化を図っていきたい。また、入射器を幾つかに分割して運転し、ビームのサイズやエミッタンスがどのように変化していくかを実測してみたいと考えている。

最後に今回の一連の作業では、岡部計測工業所の岡部茂雄氏及び三菱電機 (株) ・通信機製作所の塩田勝, 正木敏煥, 西原進の各氏を初め多くの方々のご協力を戴いていることを記してお礼としたい。